کارگاه هیدرودینامیک و فرم بدنه

ارائه دهنده :

محمدرضا فتحی کازرونی

سومین دوره مسابقات شناورهای هوشمند- بهمن ۱۳۹۲

بخش اول

تعادل و پایداری شناورها

هیدرو استاتیک

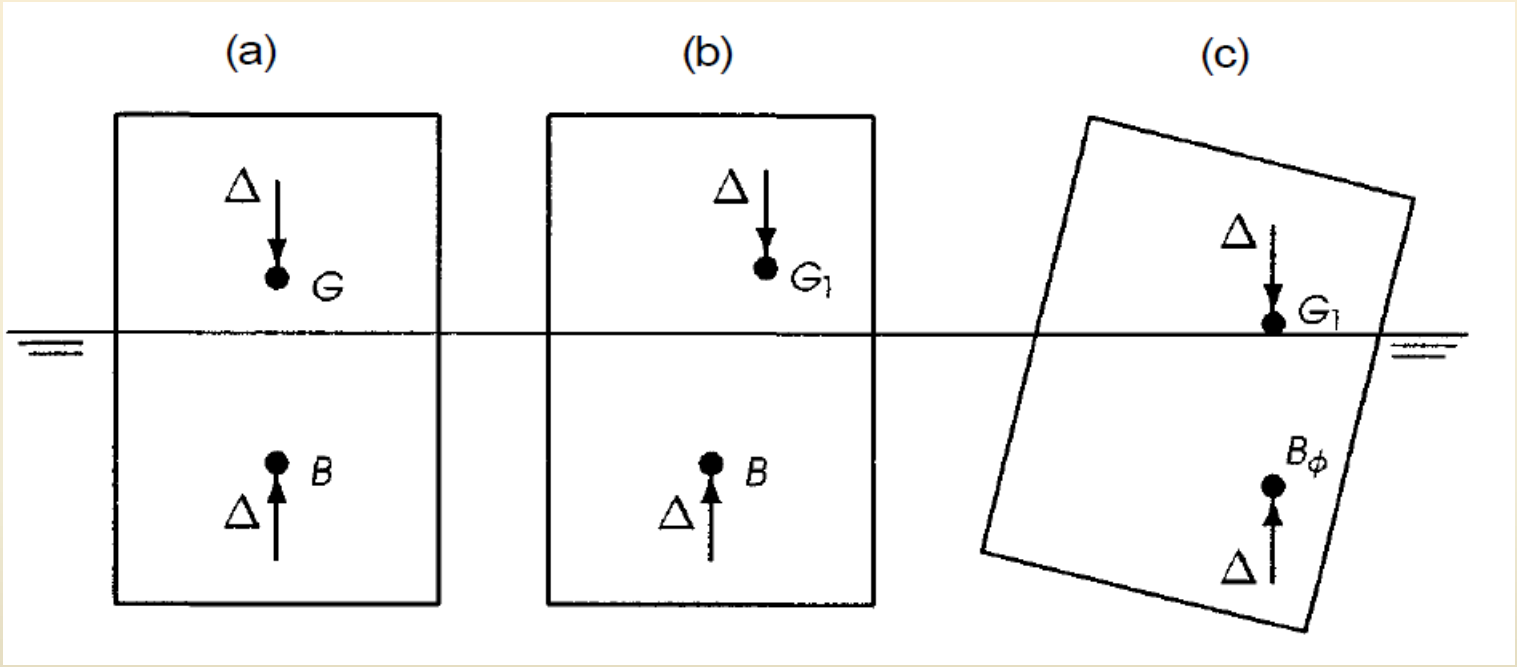
هیدرو = مربوط به آب

استاتیک = تعادل نیروها در حالت سکون

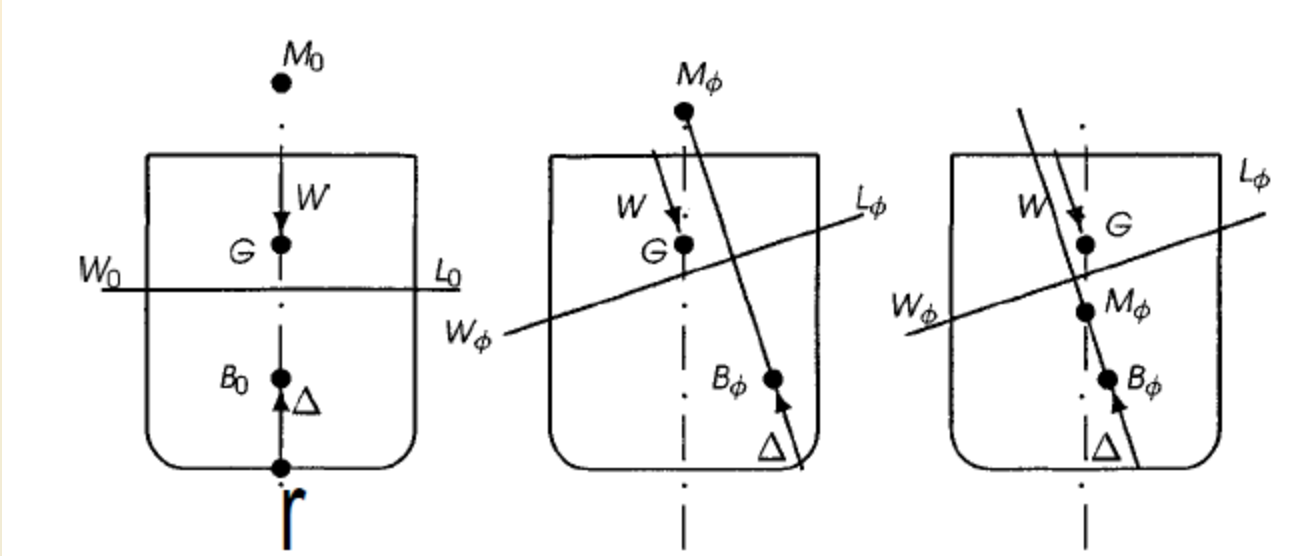
هیدرو استاتیک = تعادل نیروها در آب ساکن

هدف: بررسی تعادل شناور در آب ساکن

شناوری و تعادل



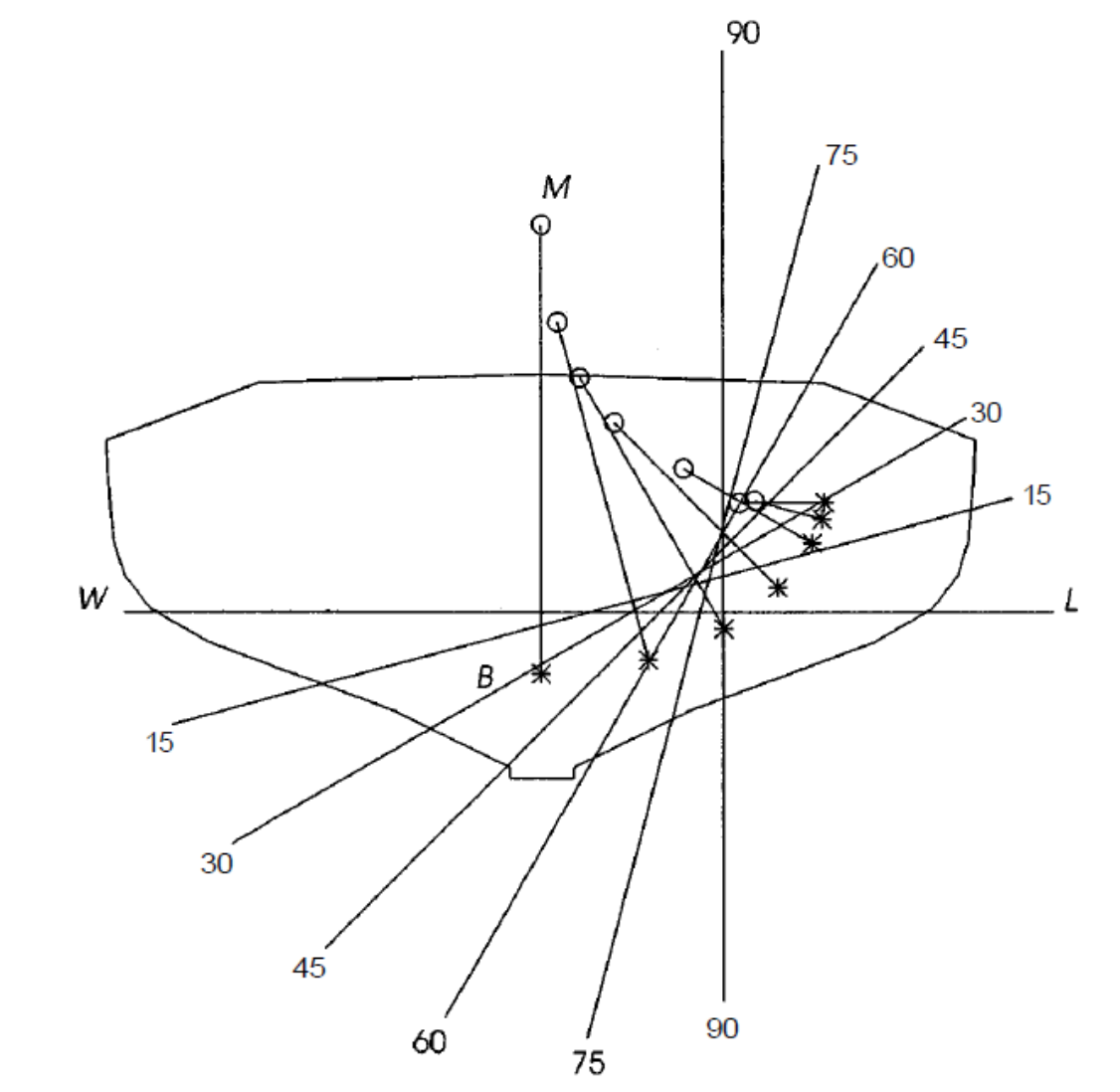
تعادل اولیه



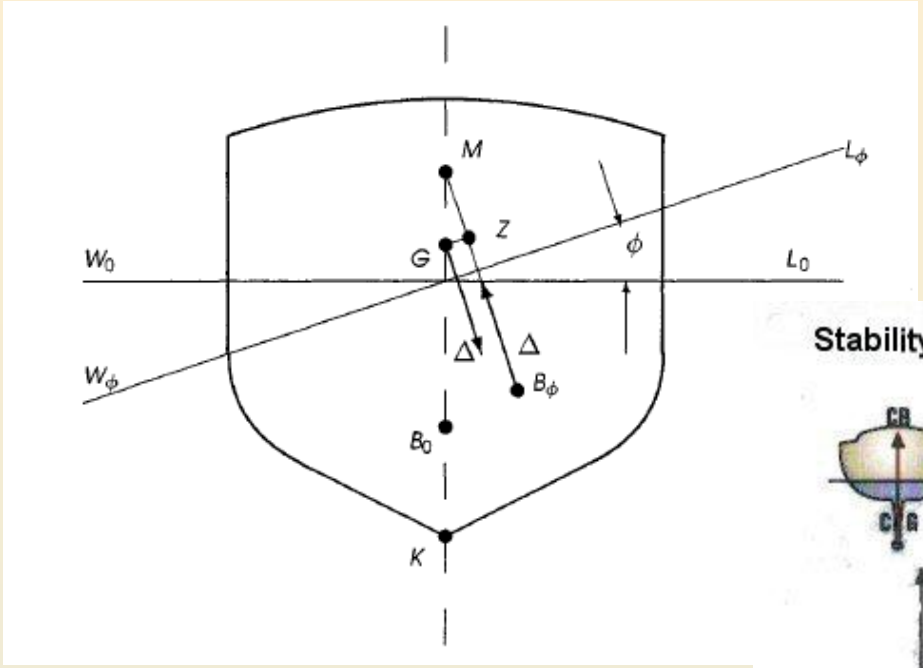
GM > 0 GM < 0

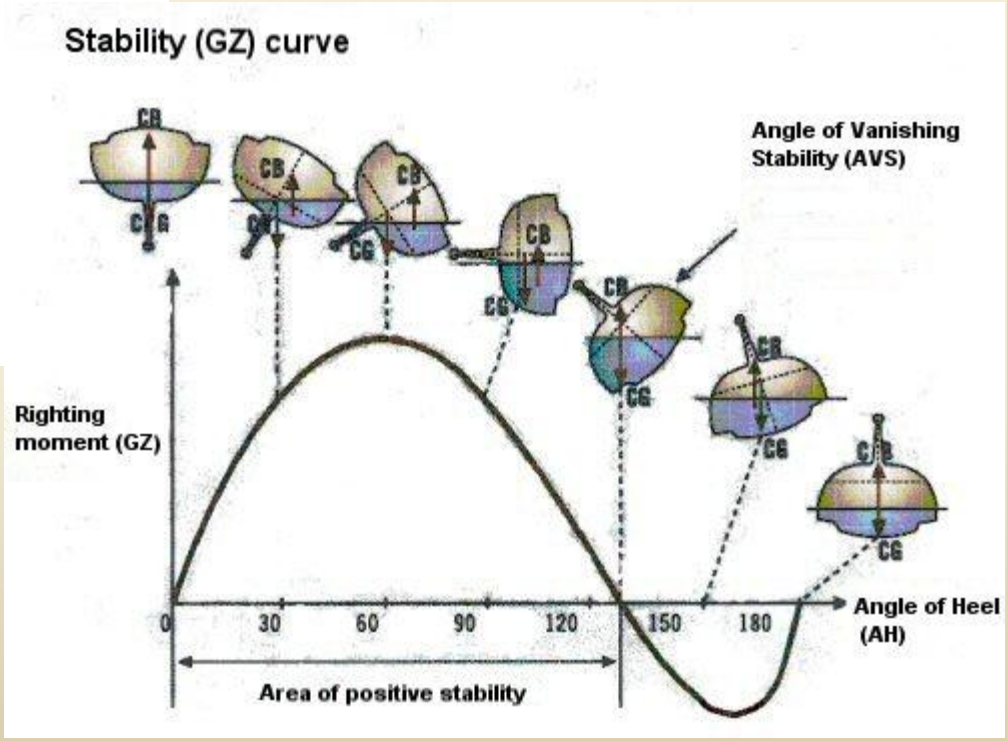
پایدار ناپایدار

نقطه متاسنتر

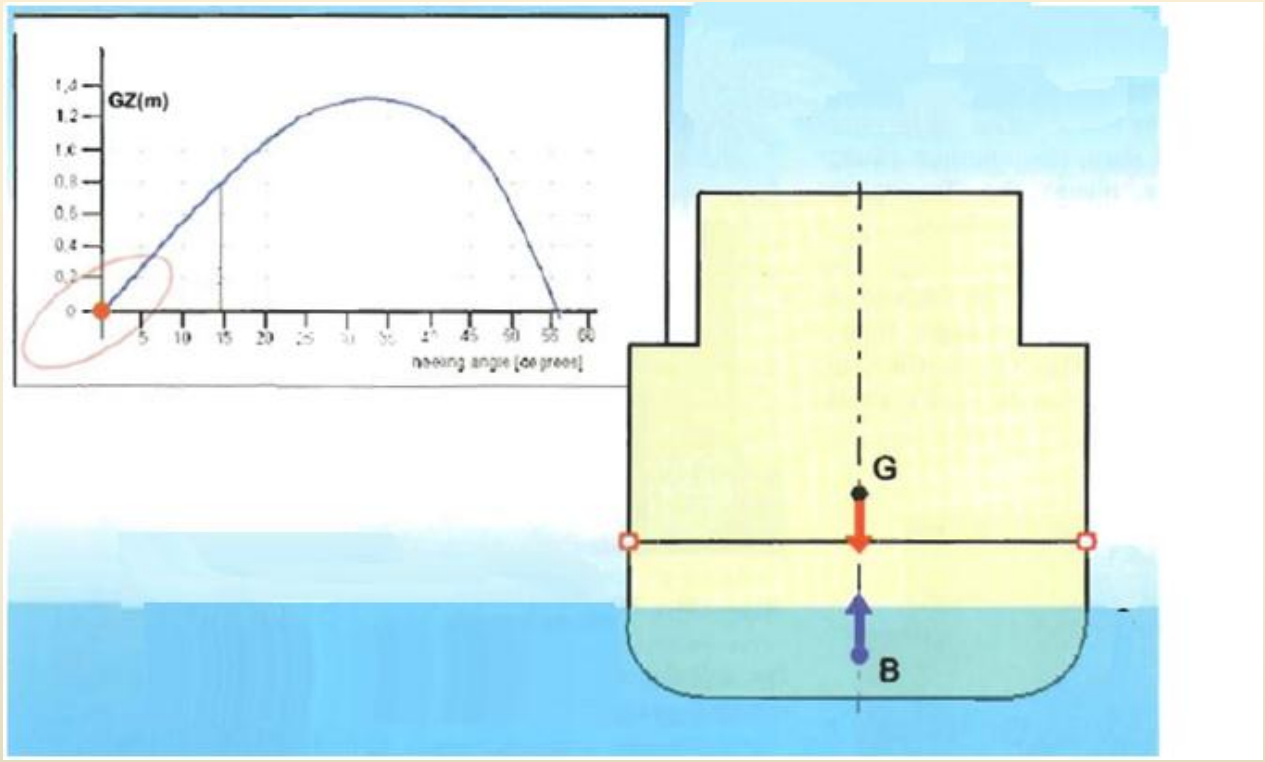


منحنی پایداری

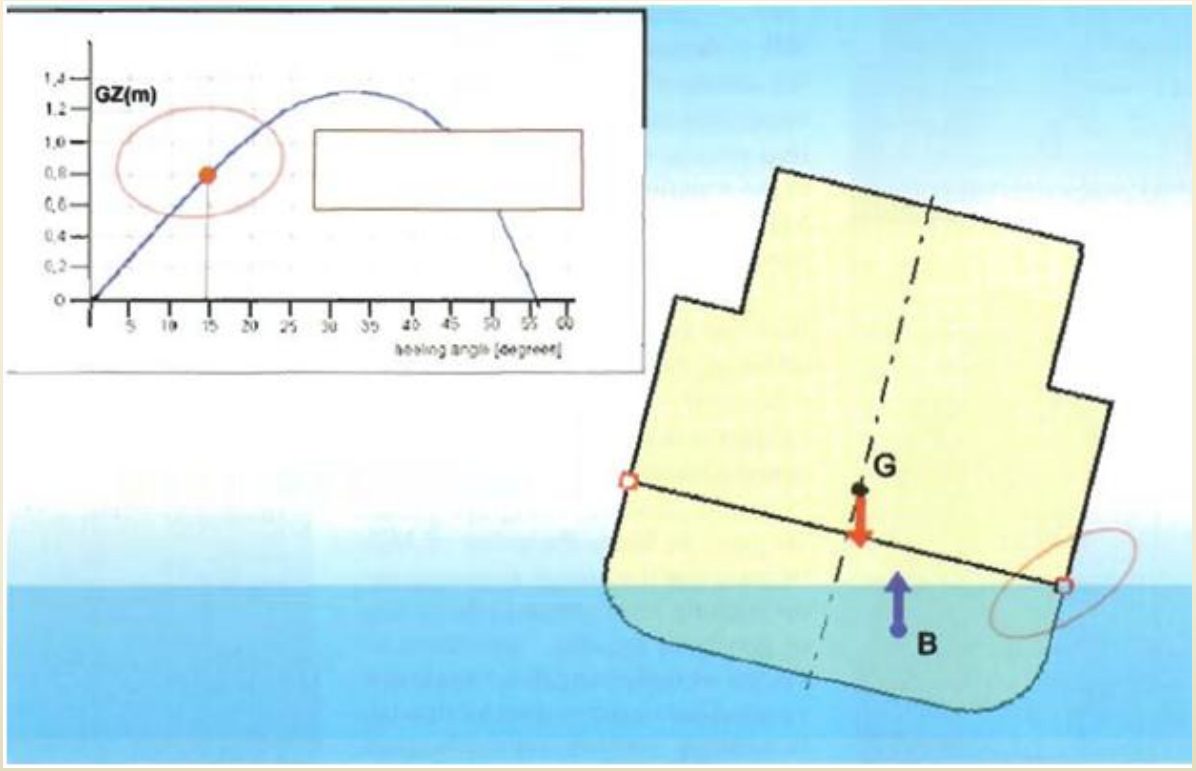




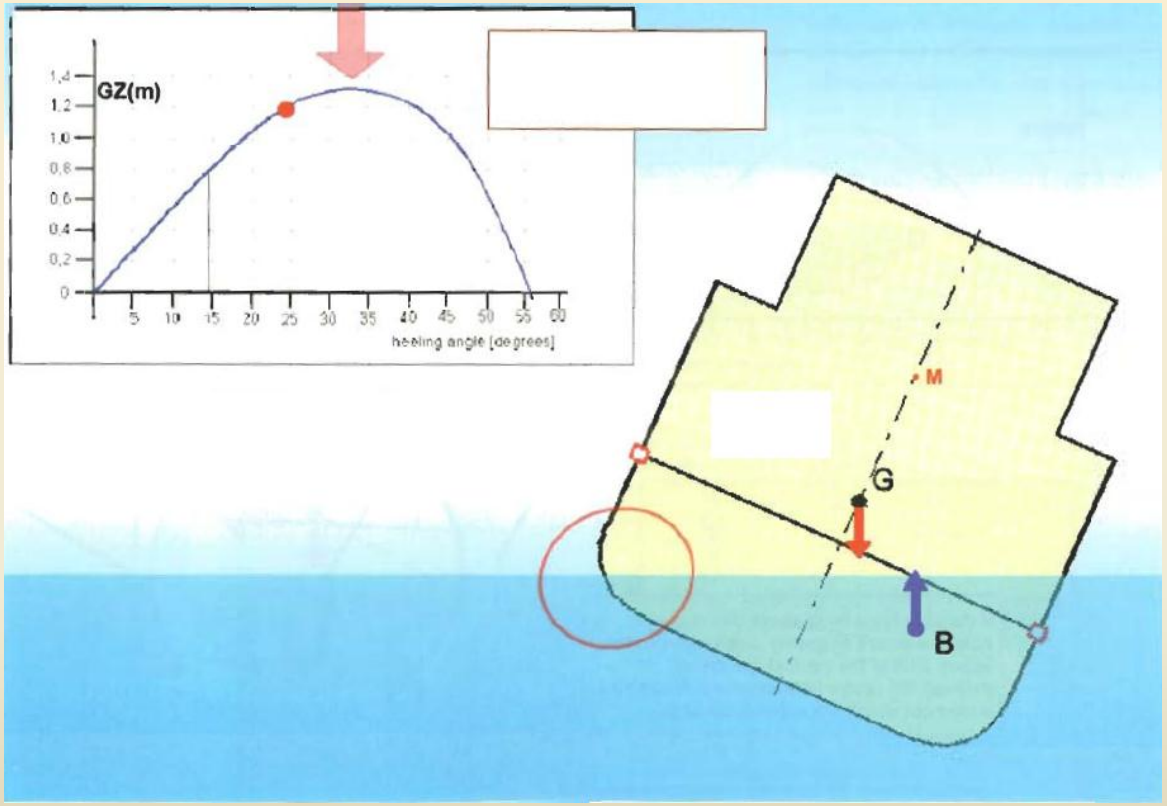
منحنی پایداری



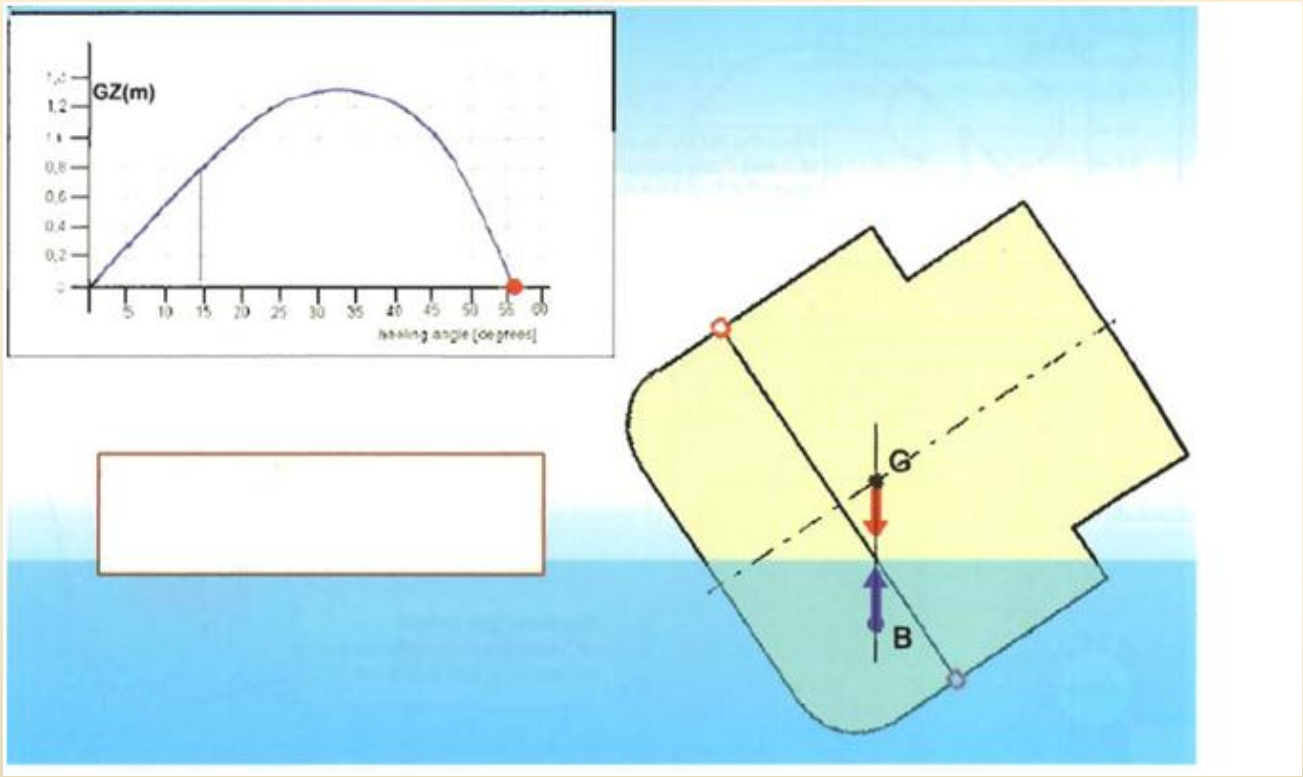
منحنی پایداری



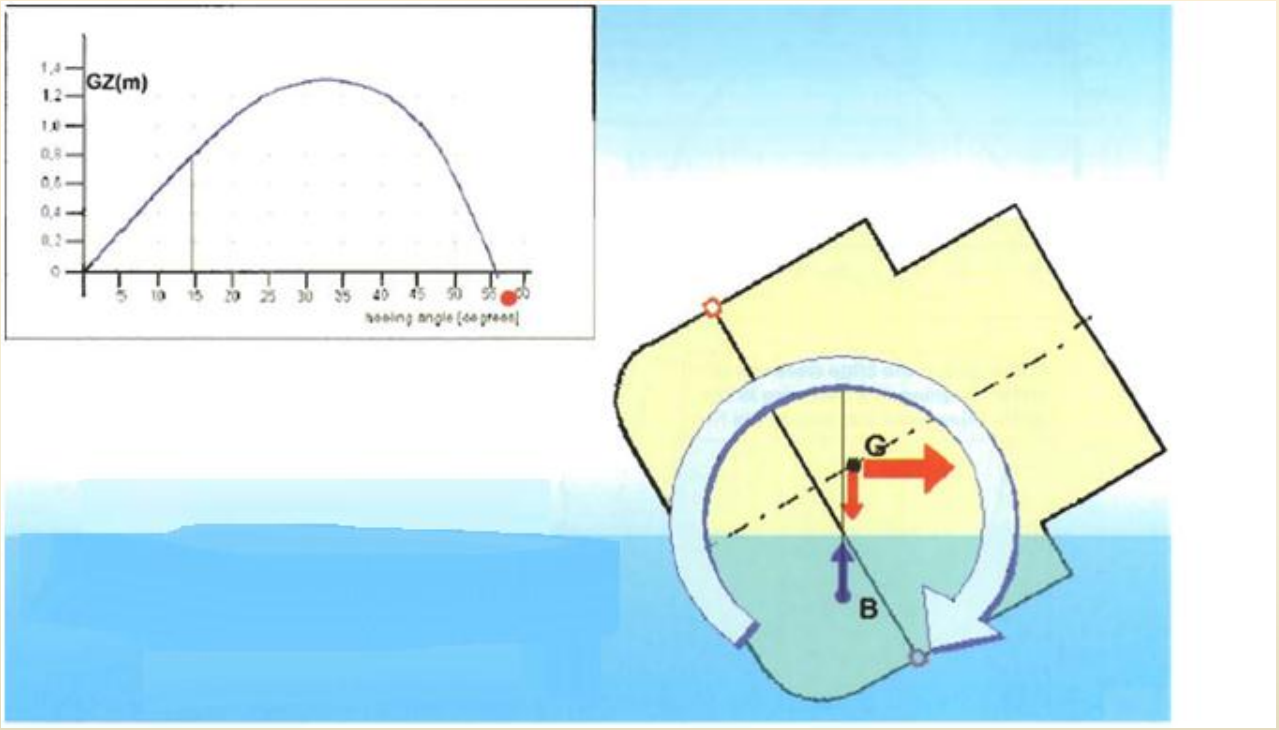
منحنی پایداری



منحنی پایداری



منحنی پایداری

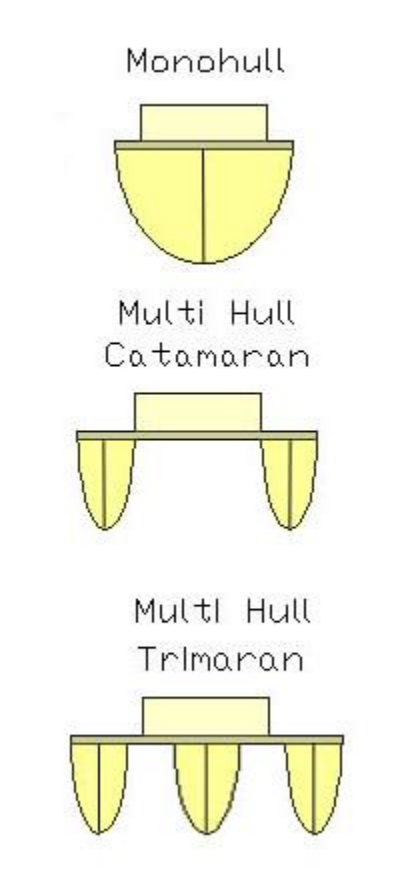


راه‌های افزایش تعادل

- افزایش عرض شناور
- پایین آوردن مرکز ثقل شناور
- افزایش حجم خارج از آب
- کاهش سطح در معرض باد
- افزودن بدنه‌های جانبی
- افزودن تیغه به بدنه زیر آب

انواع شناورها

انواع شناور از لحاظ تعداد بدنه



- یک بدنه
- دو بدنه
- سه بدنه
- چهار بدنه
- پنج بدنه

شناورهای تک‌بدنه

یک بدنه متقارن

- مانور بهتر
- غلتش عرضی بیشتر
- ساخت آسان

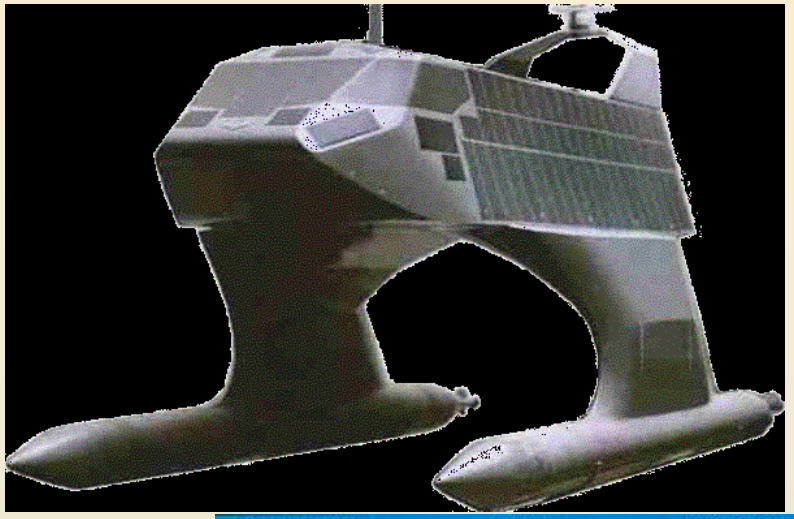
شناورهای دوبدنه

دو بدنه متقارن (کاتاماران)

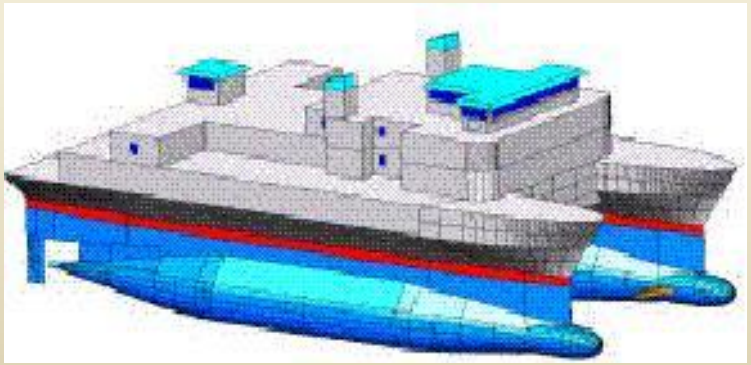
- تعادل بهتر
- عرشه وسیع
- ساخت مشکل

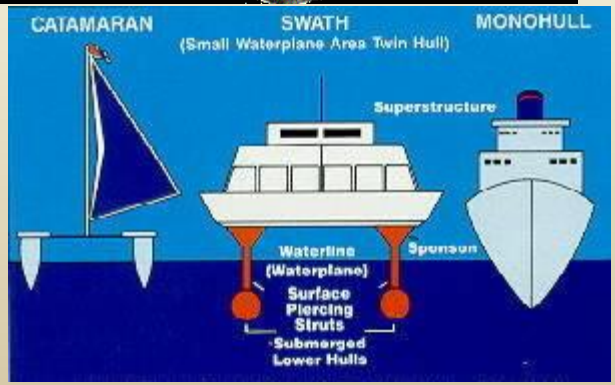
شناورهای دوبدنه

دو بدنه متقارن زیر آب (SWATH)



- قابلیت دریانوردی در امواج
- فضای کم برای چیدمان

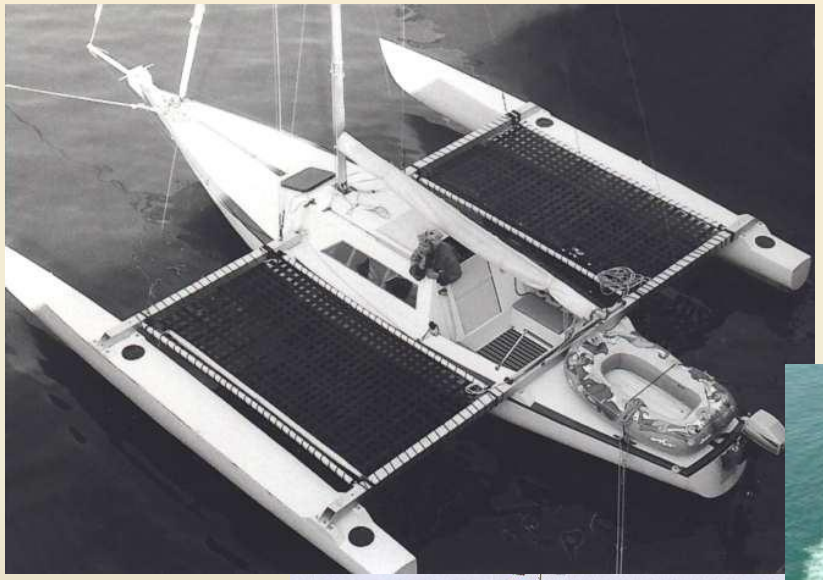




شناورهای سه‌بدنه

یک بدنه بزرگ میانی و دو بدنه کوچکتر در دو طرف

- مقاومت کمتر
- تعادل خوب
- سطح عرشه زیاد



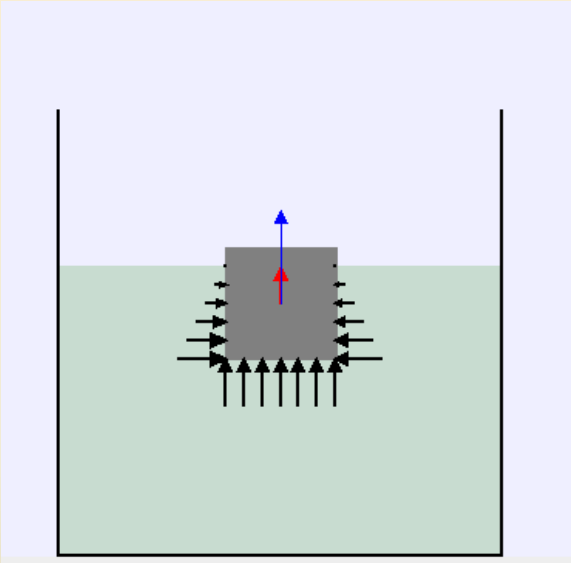
انواع شناور از لحاظ نیروی نگهدارنده

- هیدرو استاتیک (نیروی شناوری آب ساکن)
- هیدرو دینامیک (نیروی برآی آب در حرکت)
- ایرو استاتیک (نیروی هوا)
- ایرو دینامیک (نیروی بالابرنده در هوای متحرک)
- ترکیبی

شناورهای هیدرو استاتیک

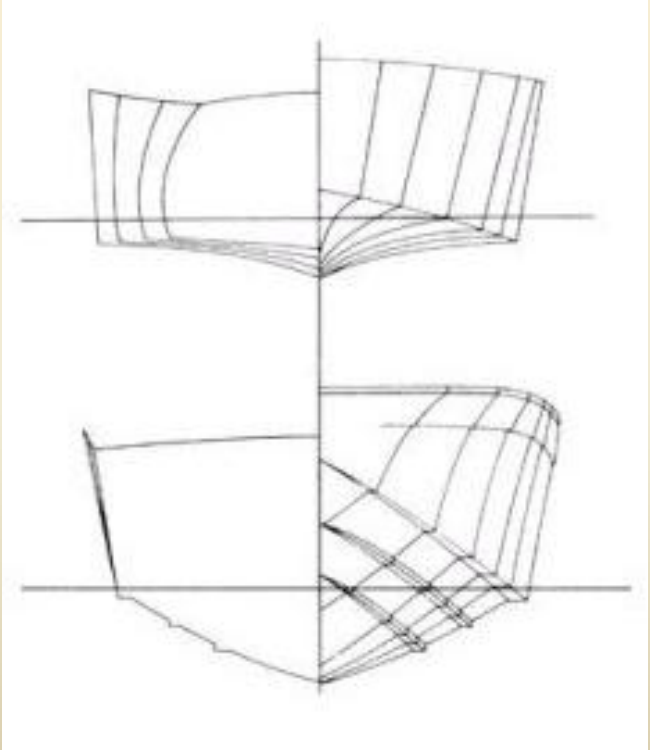
شناورهای سنتی:

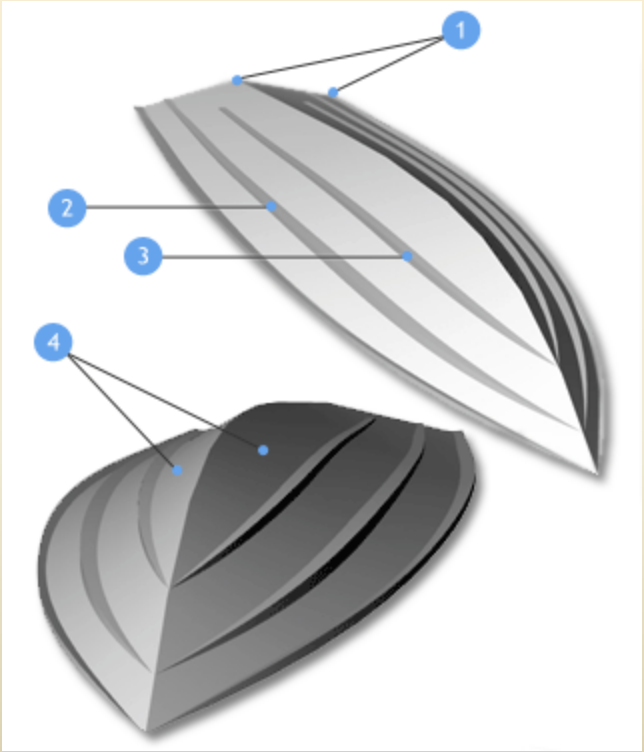
- لنجها
- کشتی‌های ماهیگیری
- کشتی‌های باربری بزرگ
- کشتیهای جنگی



شناورهای هیدرو دینامیک

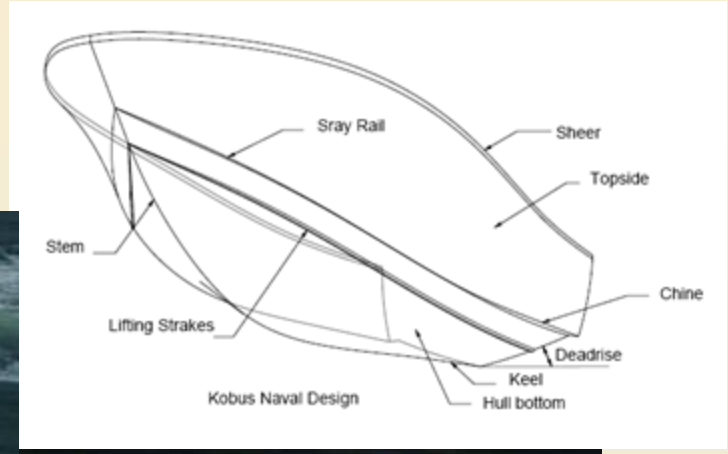
شناورهای پروازی (planing)

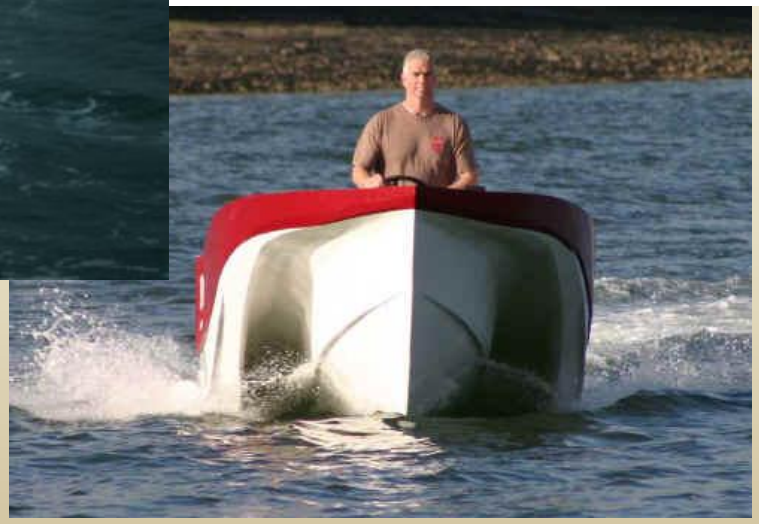




شناورهای هیدرو دینامیک

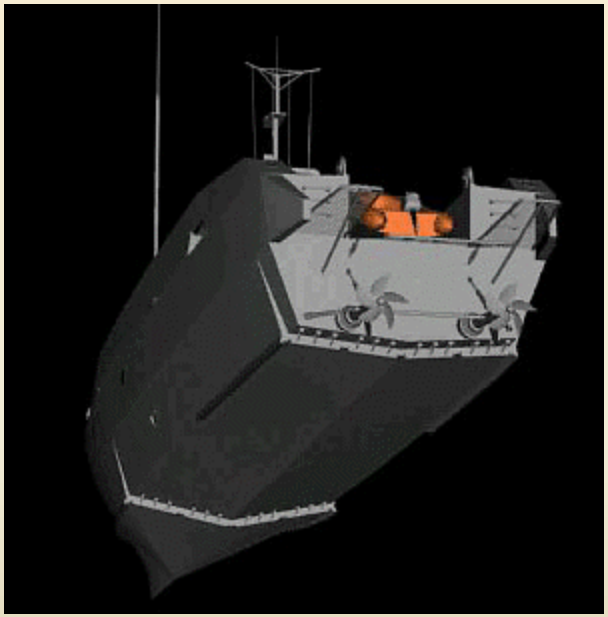
شناورهای پروازی (planing)

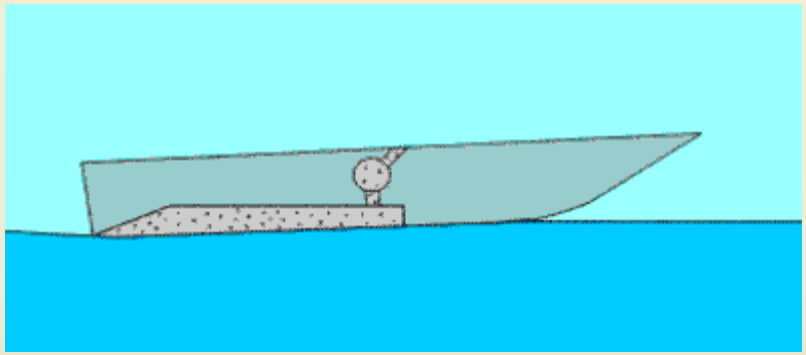




شناورهای هیدرو دینامیک

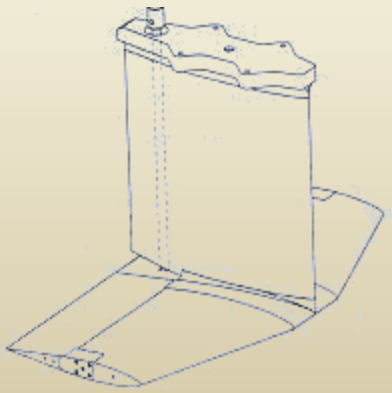
شناورهای پروازی (planing)

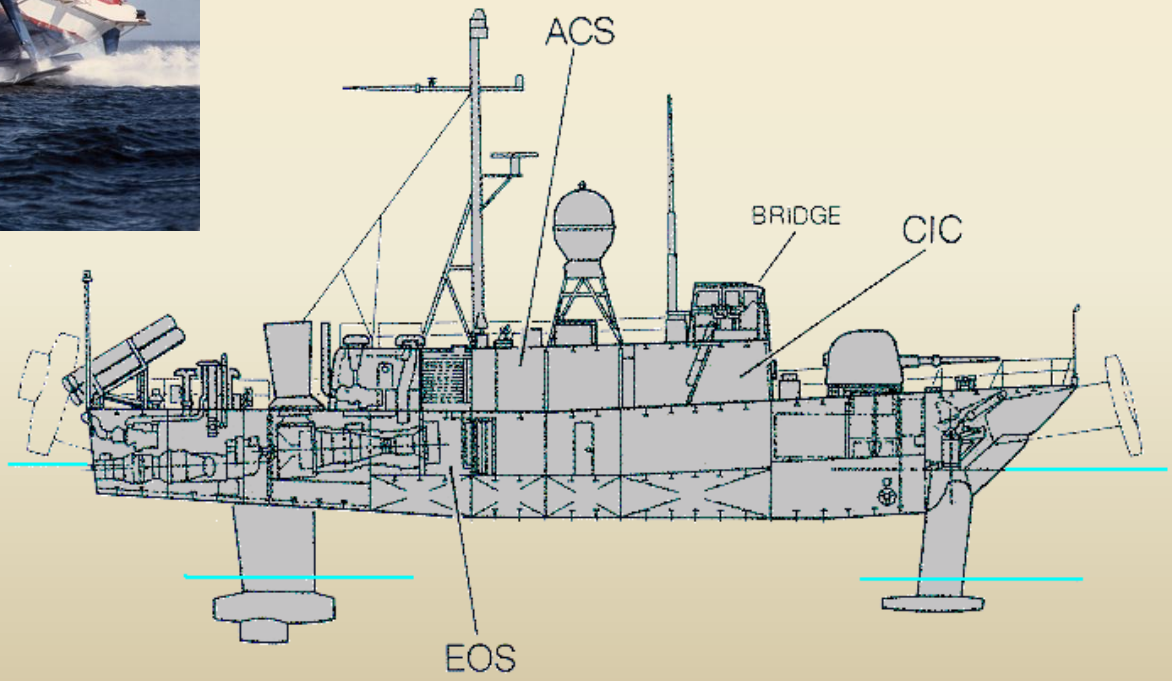




شناورهای هیدرو دینامیک

شناورهای هیدروفویلی





طراحی هیدرودینامیکی شناورها

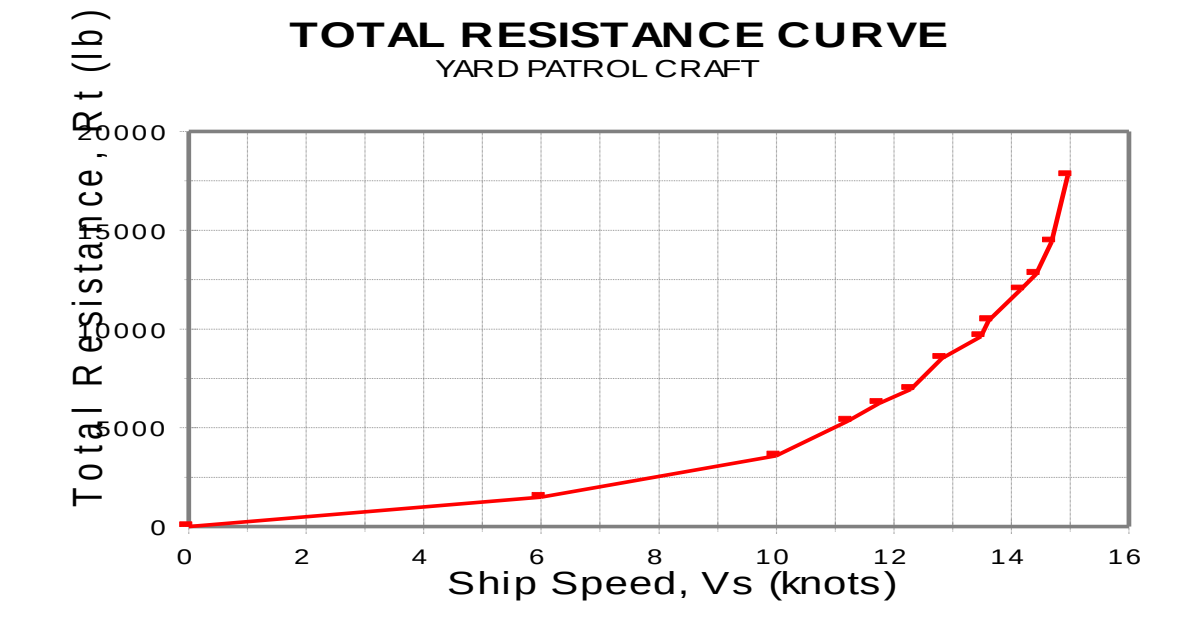
هیدرودینامیک

هیدرو = مربوط به آب

دینامیک = رابطه نیرو و حرکت

هیدرودینامیک
- مقاومت شناور در آب
- مانور
- دریانوردی در امواج

مقاومت شناور



$$R_T \approx C_T \cdot V_S^{\,2}$$
$$\propto V_S^{\,n}$$
$$n = 2\text{-}5$$

$$R_T = \frac{1}{2}\rho S V_S^{\,2} \cdot C_T$$

اجزاء مقاومت

- **Total Resistance**

$$R_T = R_V + R_W + R_A$$

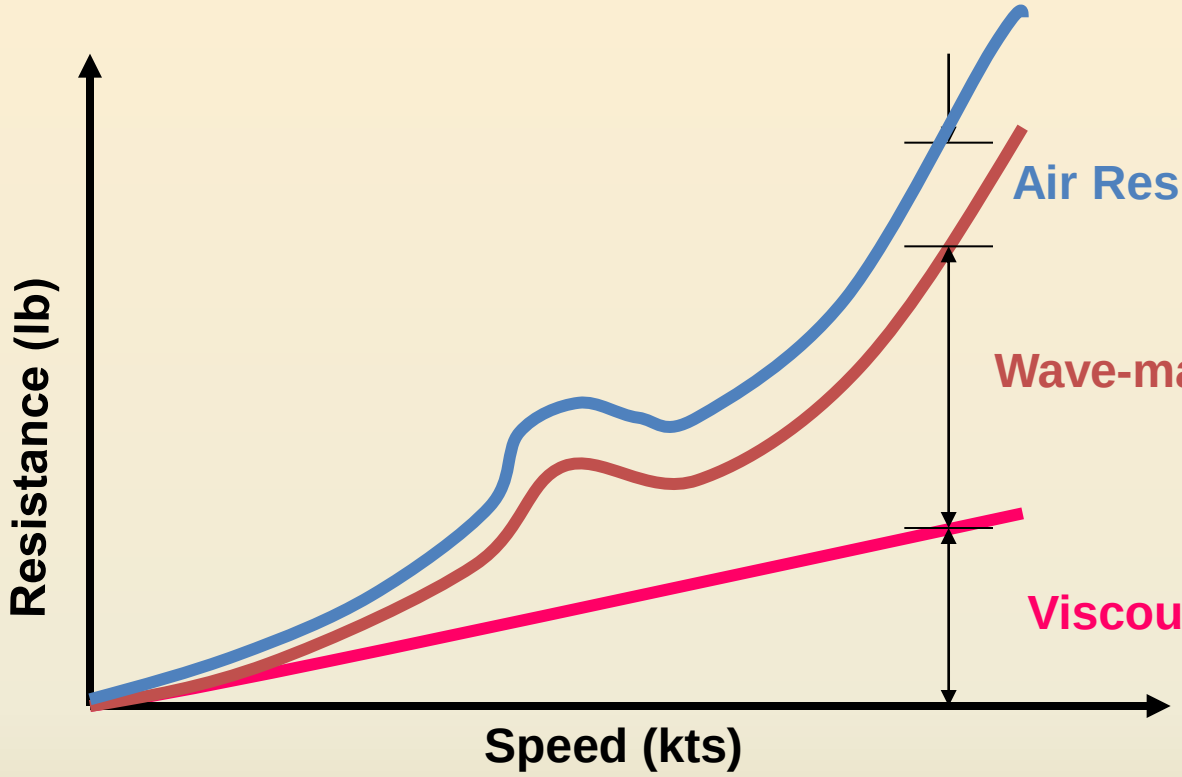
R_V : Viscous Resistance
R_W : Wave Making Resistance
R_A : Air Resistance

مقاومت لزجی: مقاومت ناشی از لزجت آب (اصطکاک و جدایش)
مقاومت موج‌سازی: مقاومت ناشی از تولید موج توسط شناور
مقاومت هوا: مقاومت هوا در برابر اجزاء بیرون از آب

$$R_T = \frac{1}{2}\rho S V_S^{\,2} \cdot C_T$$

$$C_T = C_V + C_W + C_A$$

اجزاء مقاومت



مقاومت هوا

مقاومت موج‌سازی

مقاومت لزجی

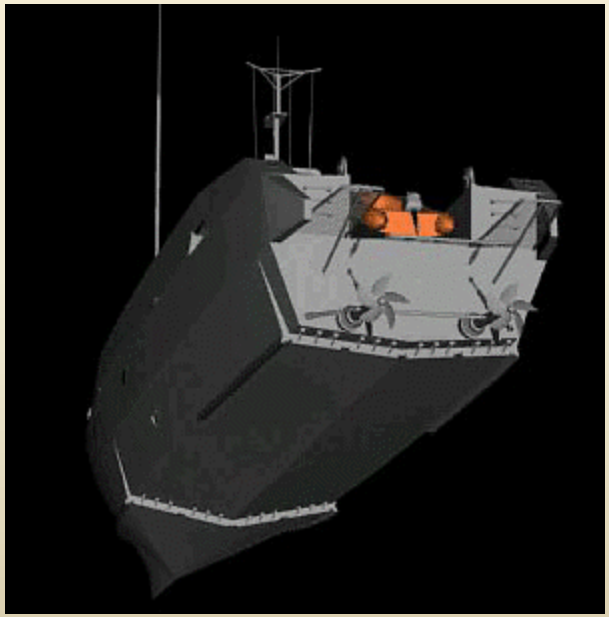
مقاومت لزجی: وابسته به سرعت و سطح خیس شناور

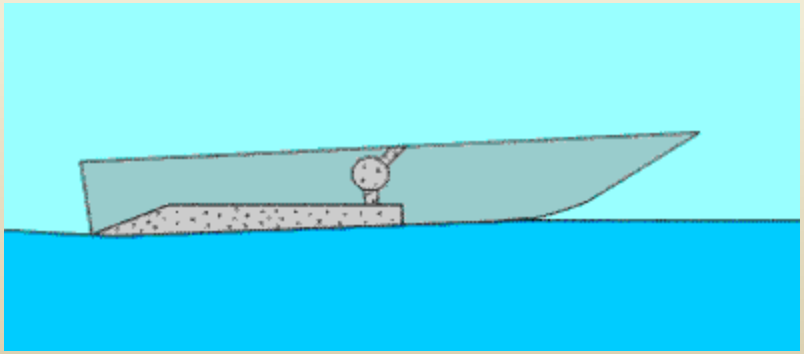
مقاومت موج‌سازی: وابسته به سرعت و شکل بدنه

مقاومت هوا: وابسته به سرعت و شکل اجزاء بیرون آب

کاهش مقاومت لزجی

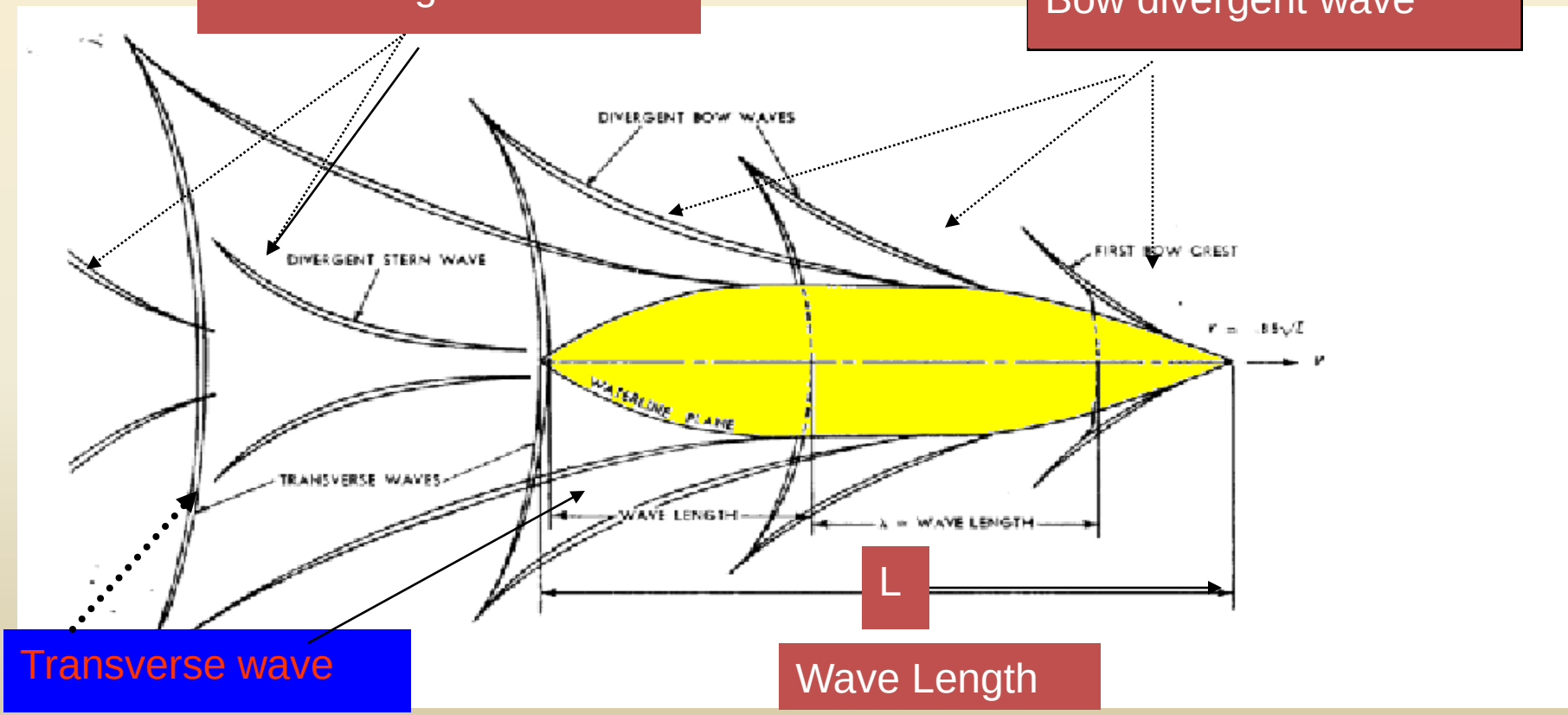
- طراحی بدنه با کمترین جدایش
- کاهش نسبت عرض به آبخور
- کاهش سطح خیس شده
- استفاده از پوشش مناسب بدنه



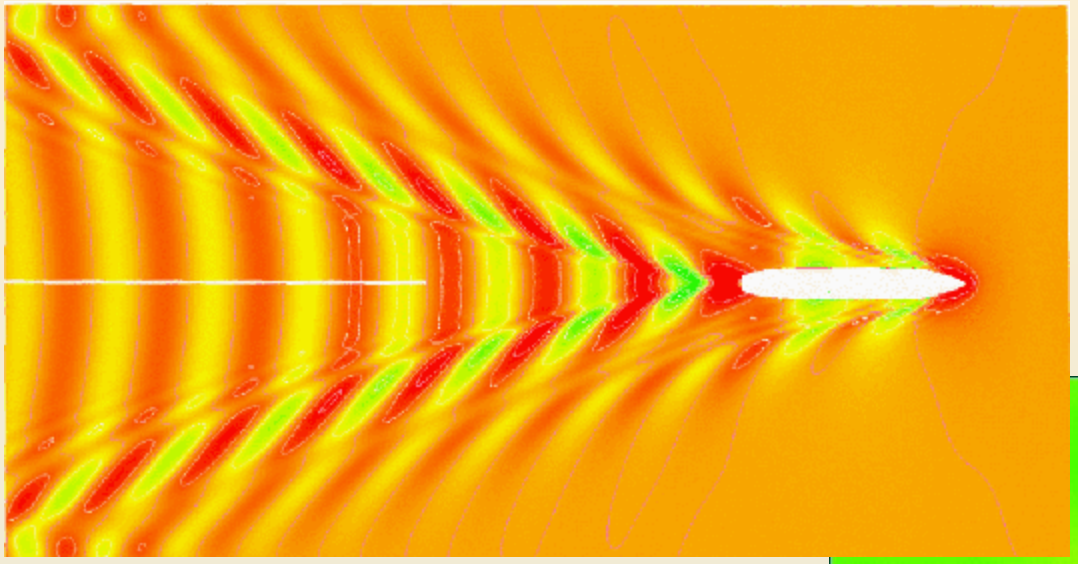


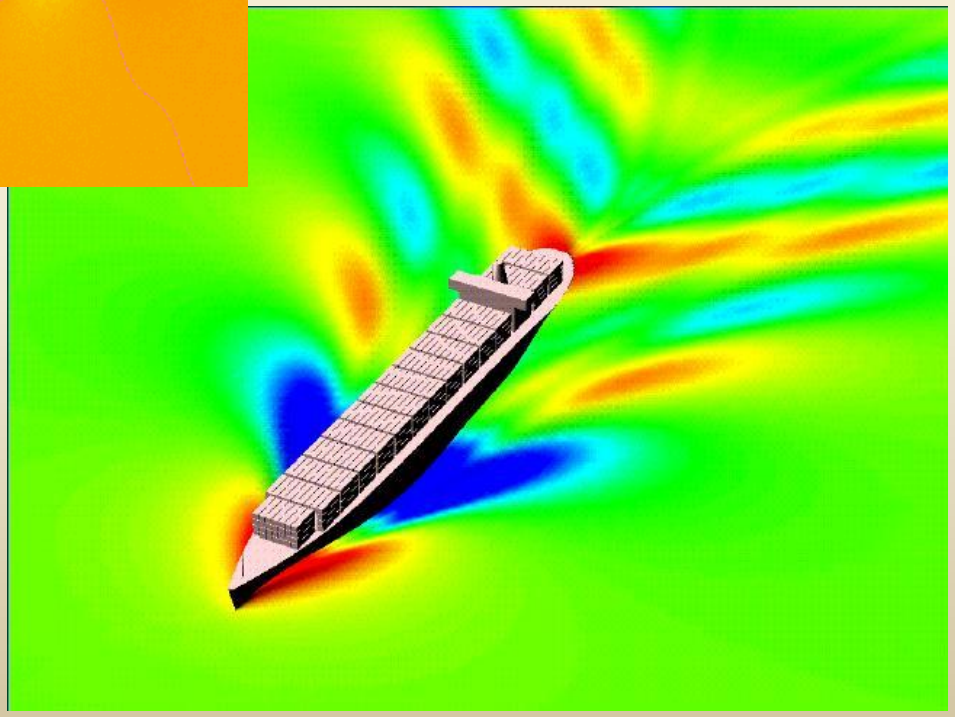
مقاومت موج‌سازی

دشوار بودن تخمین مقاومت موج‌سازی



مقاومت موج‌سازی





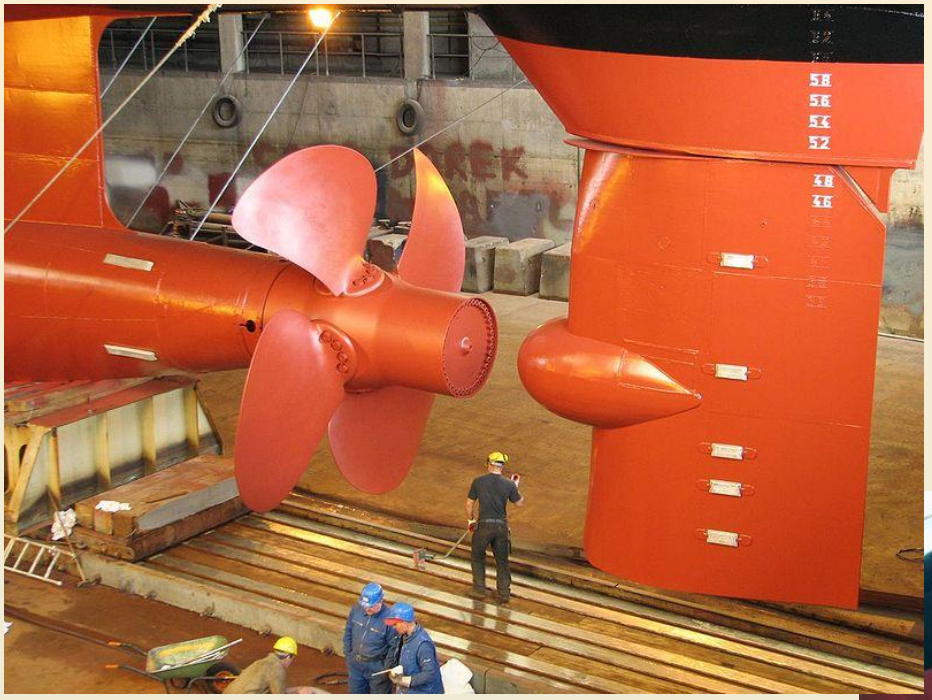
کاهش C_W با افزایش
نسبت طول به عرض

مانور

- دور زدن
- حفظ مسیر
- شتاب گرفتن
- کاهش شتاب
- حرکت به عقب

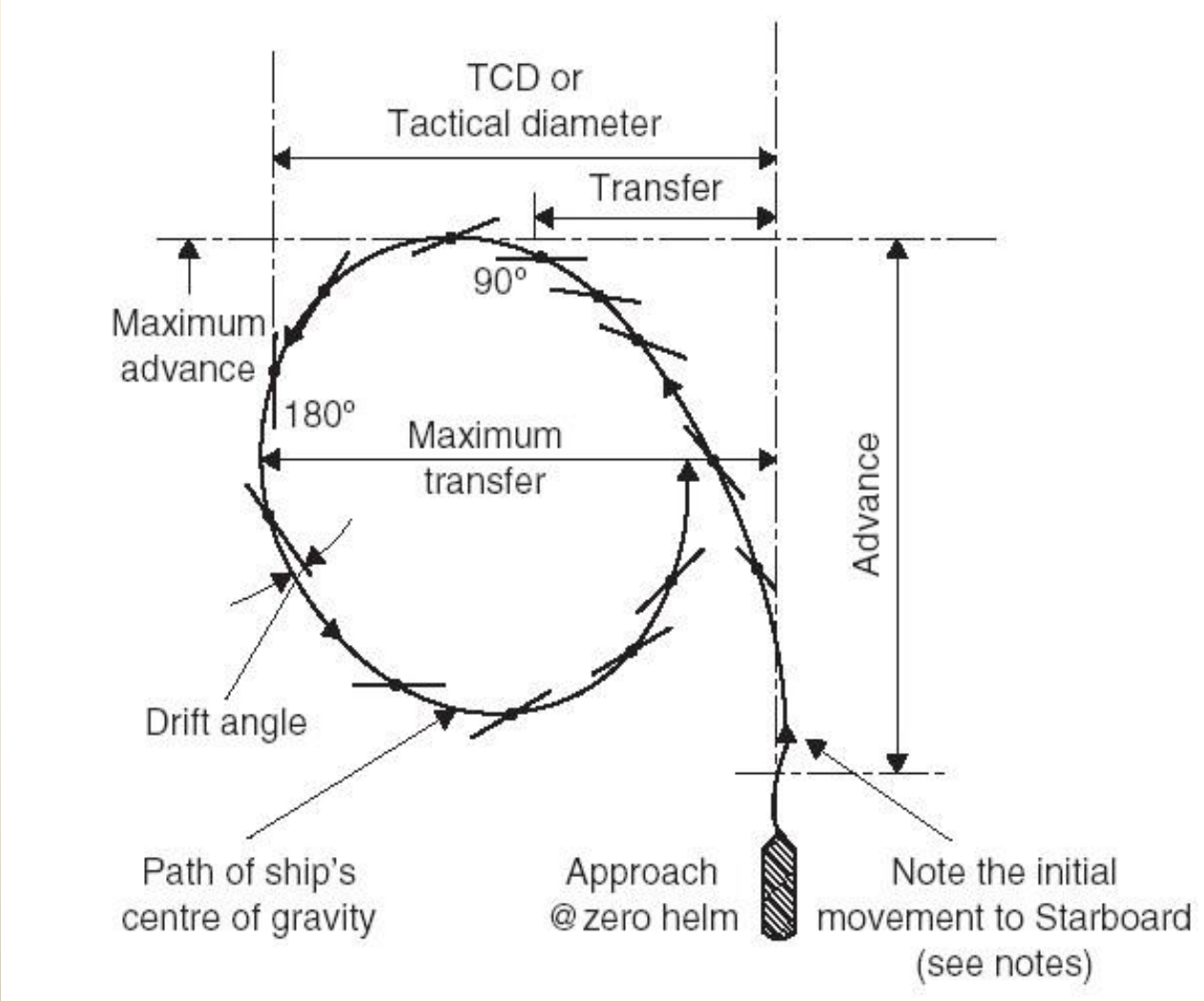
قابلیت دور زدن سریع

ابزار مانور



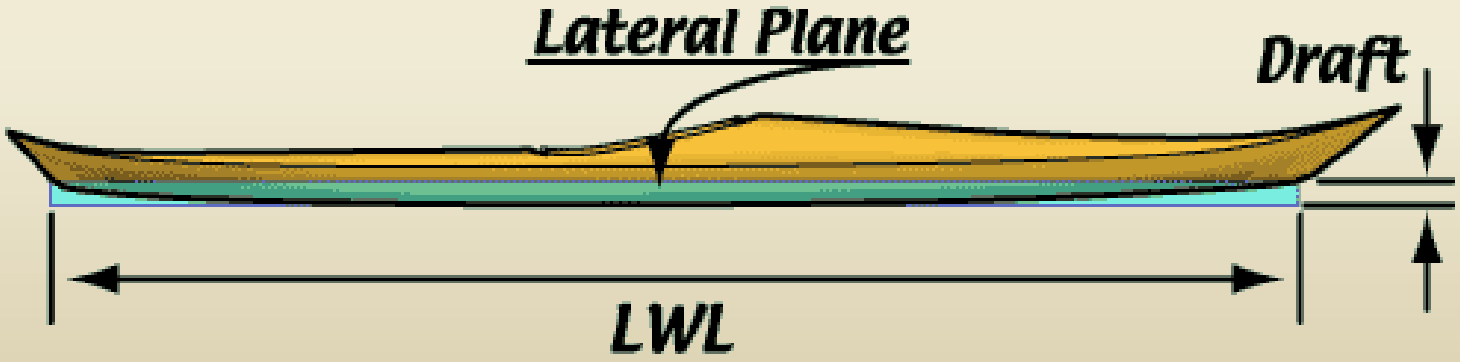
- سکان
- پیشبرنده‌های گردان

مسیر مانور


TCD or
Tactical diameter
Transfer
90°
Maximum
advance
180°
Maximum
transfer
Advance
Drift angle
Path of ship's
centre of gravity
Approach
@ zero helm
Note the initial
movement to Starboard
(see notes)

راه‌های افزایش قدرت مانور

- کاهش نسبت طول به عرض
- کاهش سطح جانبی زیر آب
- سبک کردن شناور
- افزایش زاویه گردش سکان



حفظ مسیر

قابلیت حفظ مسیر معکوس قابلیت مانور شناور است

دلایل انحراف از مسیر:

- عدم تقارن در ساخت بدنه
- امواج و باد
- چرخش پروانه در شناورهای تک‌پروانه

روشهای حفظ مسیر

- افزایش نسبت طول به عرض
- استفاده از شناور چند بدنه
- افزایش سطح جانبی زیر آب
- استفاده از دو پیشبرنده با دور مخالف

با تشکر از توجه شما